

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In The Application Of:
Masatsugu OKAZAKI and Tokio SHIRAKAWA

Examiner: Not yet assigned

Serial No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Not yet assigned

Filing Date: Concurrently Herewith

For: COMPRESSED DATA STRUCTURE AND
APPARATUS AND METHOD RELATED
THERE TO

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy each of Japanese Patent Application No. 2002-288783, filed October 1, 2002, Japanese Patent Application No. 2003-082922, filed March 25, 2003, and Japanese Patent Application No. 2003-087299, filed on March 27, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55.

Acknowledgement of the priority documents is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Dated: September 30, 2003

Respectfully submitted,

By:



David L. Fehrman
Registration No. 28,600

Morrison & Foerster LLP
555 West Fifth Street
Suite 3500
Los Angeles, California 90013-1024
Telephone: (213) 892-5601
Facsimile: (213) 892-5454

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月27日
Date of Application:

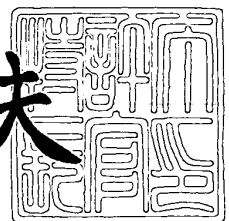
出願番号 特願2003-087299
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-087299]

出願人 ヤマハ株式会社
Applicant(s):

2003年 9月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3070846

【書類名】 特許願

【整理番号】 C30722

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G10H 1/02

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号 ヤマハ株式会社内

 【氏名】 岡▲崎▼ 雅嗣

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号 ヤマハ株式会社内

 【氏名】 白川 登喜男

【特許出願人】

 【識別番号】 000004075

 【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100104798

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山下 智典

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 085513

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波形データ圧縮方法、楽音信号発生方法、楽音信号処理装置およびプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のサンプリング値から成る波形データと、該波形データに対して指示された仮ループ開始点および仮ループ終了点を記憶する過程と、

前記波形データを複数の区間に分割する過程と、

前記仮ループ終了点が属する区間内の最後のサンプリング点に、ループ終了点を設定する過程と、

前記仮ループ開始点を基準として、前記仮ループ終了点および前記ループ終了点間のサンプル数に相当するサンプル数だけ後のサンプリング点に、ループ開始点を設定する過程と、

前記仮ループ開始点から前記ループ開始点の直前までのサンプリング値を、前記仮ループ終了点の直後のサンプリング点から前記ループ終了点のサンプリング値に複写する過程と、

前記各区間毎に前記波形データを圧縮することにより前記各区間毎のフレームを形成する圧縮過程と

を有することを特徴とする波形データ圧縮方法。

【請求項 2】 前記圧縮過程は、

前記ループ開始点を含むループ開始区間と、前記ループ終了点を含むループ終了区間または前記ループ開始区間の次に再生される区間のうち一方の区間とから成る特定の二区間に対して同一の伸長パラメータを適用するとともに、該特定の二区間に対して該同一の伸長パラメータによって基づいて伸長可能な圧縮符号を各々決定する第 1 の決定過程と、

前記特定の二区間以外の各区間の波形データに基づいて、これら各区間の伸長パラメータと、該伸長パラメータに基づいて伸長可能な圧縮符号とを決定する第 2 の決定過程と、

前記各区間中の一の区間のサンプリング値の圧縮符号と、該一の区間の後に再生される区間の圧縮符号を伸長するための伸長パラメータとによって、一のフレ

ームを形成するフレーム形成過程と

を有することを特徴とする請求項1記載の波形データ圧縮方法。

【請求項3】 複数のサンプリング値から成る波形データと、該波形データに対して指示された仮ループ開始点および仮ループ終了点を記憶する過程と、

前記波形データを複数の区間に分割する過程と、

前記仮ループ開始点が属する区間の次の区間の先頭のサンプリング点にループ開始点を設定する過程と、

前記仮ループ終了点を基準として、前記仮ループ開始点および前記ループ開始点間のサンプル数に相当するサンプル数だけ後のサンプリング点に、ループ終了点を設定する過程と、

前記仮ループ開始点から前記ループ開始点の直前までのサンプリング値を、前記仮ループ終了点の直後のサンプリング点から前記ループ終了点のサンプリング値に複写する過程と、

前記各区間毎に前記波形データを圧縮することにより前記各区間毎のフレームを形成する圧縮過程と

を有することを特徴とする波形データ圧縮方法。

【請求項4】 前記圧縮過程は、

前記ループ終了点を含むループ終了区間と、前記ループ開始点を含むループ開始区間または前記ループ開始区間の前に再生される区間のうち一方の区間とから成る特定の二区間に対して同一の伸長パラメータを適用するとともに、該特定の二区間に対して該同一の伸長パラメータによって基づいて伸長可能な圧縮符号を各々決定する第1の決定過程と、

前記特定の二区間以外の各区間の波形データに基づいて、これら各区間の伸長パラメータと、該伸長パラメータに基づいて伸長可能な圧縮符号とを決定する第2の決定過程と、

前記各区間中の一の区間のサンプリング値の圧縮符号と、該一の区間の後に再生される区間の圧縮符号を伸長するための伸長パラメータとによって、一のフレームを形成するフレーム形成過程と

を有することを特徴とする請求項4記載の波形データ圧縮方法。

【請求項 5】 前記第 1 の決定過程は、

前記特定の二区間の波形データを結合した波形データに基づいて前記同一の伸長パラメータを定める過程であることを特徴とする請求項 2 または 4 記載の波形データ圧縮方法。

【請求項 6】 前記各伸長パラメータは、前記各フレーム内に分散して配置されることを特徴とする請求項 1 ないし 5 の何れかに記載の波形データ圧縮方法。

【請求項 7】 一区間に渡る波形データを圧縮した圧縮符号と、次の区間の圧縮符号を伸長するための伸長パラメータとを含むフレームを複数記憶する過程と

、
発生すべき楽音信号の音高に応じた速度で変化するように読出しアドレスを計数する過程と、

該計数された読出しアドレスに基づいて、前記各フレームを読み出す読出過程と、

読み出された一の前記フレーム内の圧縮符号と、過去に読み出されたフレーム内の伸長パラメータとに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長することによって楽音信号を再生する伸長過程と、

前記読出しアドレスが所定のループ終了フレームの末尾のサンプリング点であるループ終了点に達したことを条件として、前記読出しアドレスを、所定のループ開始フレーム内の途中のサンプリング点であるループ開始点に設定する過程とを有することを特徴とする楽音信号発生方法。

【請求項 8】 前記伸長過程は、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームが最初に読み出された場合は、該ループ開始フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームが 2 回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム内の圧縮符号の伸長に適用された伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームの次の

フレームが最初に読み出された場合は、該ループ開始フレームに含まれる伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレームの次のフレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームの次のフレームが2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレームに含まれる伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレームの次のフレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する

過程であることを特徴とする請求項7記載の楽音信号発生方法。

【請求項9】 前記伸長過程は、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームの次のフレームが最初に読み出された場合は、該ループ開始フレームに含まれる伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレームの次のフレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームの次のフレームが2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレームに含まれる伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレームの次のフレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する過程であることを特徴とする請求項7記載の楽音信号発生方法。

【請求項10】 一区間に渡る波形データを圧縮した圧縮符号と、次の区間の圧縮符号を伸長するための伸長パラメータとを含むフレームを複数記憶する過程と、

発生すべき楽音信号の音高に応じた速度で変化するように読出しアドレスを計数する過程と、

該計数された読出しアドレスに基づいて、前記各フレームを読み出す読出過程と、

読み出された一の前記フレーム内の圧縮符号と、過去に読み出されたフレーム内の伸長パラメータとに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長することによって楽音信号を再生する伸長過程と、

前記読出しアドレスが所定のループ終了フレームの途中のサンプリング点であるループ終了点に達したことを条件として、前記読出しアドレスを、所定のループ開始フレーム内の先頭のサンプリング点であるループ開始点に設定する過程とを有することを特徴とする楽音信号発生方法。

【請求項 11】 前記伸長過程は、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームが最初に読み出された場合は、該ループ開始フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームが2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム内の圧縮符号の伸長に適用された伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する

過程であることを特徴とする請求項 10 記載の楽音信号発生方法。

【請求項 12】 前記伸長過程は、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームが最初に読み出された場合は、該ループ開始フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームが2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレームの直前のフレームに含まれていた伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ終了フレームが読み出された場合は、前記ループ終了フレームの直前のフレームに適用されていた伸長パラメータに基づいて、ループ終了フレーム内の圧縮符号を伸長し、

前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する

過程であることを特徴とする請求項 10 記載の楽音信号発生方法。

【請求項 13】 請求項 1 ないし 12 の何れかに記載の方法を実行することを特徴とする楽音信号処理装置。

【請求項 14】 請求項 1 ないし 12 の何れかに記載の方法を実行することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波形データをフレーム圧縮して記憶し、当該波形データを演奏情報に基づいて再生する音源装置に用いて好適な波形データ圧縮方法、楽音信号発生方法、楽音信号処理装置およびプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

波形メモリ音源装置における波形データの記憶容量を削減するために、波形データを所定のフレーム区間に区切って符号化し圧縮する「フレーム圧縮方式」が知られている。波形データの符号化方法には種々の方法があるが、「線形予測方式」は圧縮効率が高く、再生時における処理負荷も少ないために多用されている。なお、線形予測方式とは、ある注目サンプルより過去の数個のサンプリング値と所定の生成多項式とに基づいて当該注目サンプルの予測値を求め、その予測値と実際値との差（残差値）をデータとして記録してゆく方式である。

【0003】

また、波形データを再生するにあたっては、波形データの先頭部分すなわちアタック区間を 1 回だけ再生し、その後は残りの部分すなわちループ区間を繰り返

し再生することが一般的である。このため、一連のフレーム中、ループ区間の先頭および最終のサンプリング点であるループ開始点およびループ終了点を特定しておく必要がある。従来、フレーム圧縮方式においては、波形データをフレーム単位で再生する必要があったため、ループ開始点およびループ終了点がフレームの境界位置に制限されるという問題があった。すなわち、ループ開始点およびループ終了点を最適なサンプリング点に設定することができなかつたため、波形データの再生点がループ終了点からループ開始点に戻る際に、信号レベルや位相の不連続性に伴うノイズが発生するという問題があった。

【0004】

そこで、特許文献1においては、ループ開始点およびループ終了点として波形データ上の任意の点が指定されると、波形データ全体に対して時間軸補正（時間軸方向の圧縮、伸長またはシフト）を実行し、これによってループ開始点とループ終了点をフレームの境界点に合致させ、かかるノイズを防止する技術が開示されている。

【0005】

【特許文献1】 特許第2674155号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1記載の技術においては、波形データに対して時間軸方向の圧縮または伸長を行う際に波形データの品質が劣化するという問題があり、波形データ全体に対して処理を行うために処理量が膨大になるという問題もあった。

また、特許文献1記載の技術によれば、各フレームの先頭部分に圧縮符号を伸長するためのヘッダ情報が記憶されており、伸長処理を開始する前に該フレームのヘッダ情報を全て読み出しておく必要がある。このため、あるフレームについて伸長処理を実行している途中に、次のフレームのヘッダ情報を予め読み出しておく時間的余裕が必要である。特許文献1記載の技術はそもそも「フレーム毎に全ての圧縮符号を伸長する」ことを前提にしているため、かかる余裕を確保することは容易であると考えられる。しかし、ループ開始点またはループ終了点をフレームの途中に設定できる装置、換言すれば「一部のフレームの再生時間がきわ

めて短くなりうる装置」にかかるデータ構造を採用すると、予めヘッダ情報を読み出すための時間が十分に確保できないという問題が生じる。

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、ループ区間を指定する際の自由度が高く、しかも高品質なループ再生を簡易な処理によって実現できる波形データ圧縮方法、楽音信号発生方法、楽音信号処理装置およびプログラムを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため本発明にあっては、下記構成を具備することを特徴とする。なお、括弧内は例示である。

請求項1記載の波形データ圧縮方法にあっては、複数のサンプリング値から成る波形データと、該波形データに対して指示された仮ループ開始点(LSP1)および仮ループ終了点(LEP1)を記憶する過程と、前記波形データを複数の区間に分割する過程と、前記仮ループ終了点(LEP1)が属する区間内の最後のサンプリング点に、ループ終了点(LEP)を設定する過程と、前記仮ループ開始点(LSP1)を基準として、前記仮ループ終了点(LEP1)および前記ループ終了点(LEP)間のサンプル数に相当するサンプル数だけ後のサンプリング点に、ループ開始点(LSP)を設定する過程と、前記仮ループ開始点(LSP1)から前記ループ開始点(LSP)の直前までのサンプリング値を、前記仮ループ終了点(LEP1)の直後のサンプリング点から前記ループ終了点(LEP)のサンプリング値に複写する過程と、前記各区間毎に前記波形データを圧縮することにより前記各区間毎のフレームを形成する圧縮過程とを有することを特徴とする。

さらに、請求項2記載の構成にあっては、請求項1記載の波形データ圧縮方法において、前記圧縮過程は、前記ループ開始点(LSP)を含むループ開始区間(LSF)と、前記ループ終了点(LEP)を含むループ終了区間(LEF)または前記ループ開始区間(LSF)の次に再生される区間のうち一方の区間とから成る特定の二区間に対して同一の伸長パラメータを適用するとともに、該特定の二区間に対して該同一の伸長パラメータによって基づいて伸長可能な圧縮符号

を各々決定する第1の決定過程と、前記特定の二区間以外の各区間の波形データに基づいて、これら各区間の伸長パラメータと、該伸長パラメータに基づいて伸長可能な圧縮符号とを決定する第2の決定過程と、前記各区間中の一の区間（F1）のサンプリング値の圧縮符号（W1）と、該一の区間の後に再生される区間（F2）の圧縮符号（W2）を伸長するための伸長パラメータ（P2）とによって、一のフレーム（F1）を形成するフレーム形成過程とを有することを特徴とする。

また、請求項3記載の波形データ圧縮方法にあつては、複数のサンプリング値から成る波形データと、該波形データに対して指示された仮ループ開始点（LSP1）および仮ループ終了点（LEP1）を記憶する過程と、前記波形データを複数の区間に分割する過程と、前記仮ループ開始点（LSP1）が属する区間の次の区間の先頭のサンプリング点にループ開始点（LSP）を設定する過程と、前記仮ループ終了点（LEP1）を基準として、前記仮ループ開始点（LSP1）および前記ループ開始点（LSP）間のサンプル数に相当するサンプル数だけ後のサンプリング点に、ループ終了点（LEP）を設定する過程と、前記仮ループ開始点（LSP1）から前記ループ開始点（LSP）の直前までのサンプリング値を、前記仮ループ終了点（LEP1）の直後のサンプリング点から前記ループ終了点（LEP）のサンプリング値に複写する過程と、前記各区間毎に前記波形データを圧縮することにより前記各区間毎のフレームを形成する圧縮過程とを有することを特徴とする。

さらに、請求項4記載の構成にあつては、請求項4記載の波形データ圧縮方法において、前記圧縮過程は、前記ループ終了点（LEP）を含むループ終了区間（LEF）と、前記ループ開始点（LSP）を含むループ開始区間（LSF）または前記ループ開始区間（LSF）の前に再生される区間のうち一方の区間とから成る特定の二区間に対して同一の伸長パラメータを適用するとともに、該特定の二区間に対して該同一の伸長パラメータによって基づいて伸長可能な圧縮符号を各々決定する第1の決定過程と、前記特定の二区間以外の各区間の波形データに基づいて、これら各区間の伸長パラメータと、該伸長パラメータに基づいて伸長可能な圧縮符号とを決定する第2の決定過程と、前記各区間中の一の区間（F

1) のサンプリング値の圧縮符号 (W1) と、該一の区間の後に再生される区間 (F2) の圧縮符号 (W2) を伸長するための伸長パラメータ (P2) とによって、一のフレーム (F1) を形成するフレーム形成過程とを有することを特徴とする。

さらに、請求項5記載の構成にあつては、請求項2または4記載の波形データ圧縮方法において、前記第1の決定過程は、前記特定の二区間の波形データを結合した波形データに基づいて前記同一の伸長パラメータを定める過程であることを特徴とする。

さらに、請求項6記載の構成にあつては、請求項1ないし5の何れかに記載の波形データ圧縮方法において、前記各伸長パラメータは、前記各フレーム内に分散して配置されることを特徴とする。

また、請求項7記載の楽音信号発生方法にあつては、一区間に渡る波形データを圧縮した圧縮符号と、次の区間の圧縮符号を伸長するための伸長パラメータとを含むフレームを複数記憶する過程と、発生すべき楽音信号の音高に応じた速度で変化するように読出しアドレスを計数する過程と、該計数された読出しアドレス (GFAD) に基づいて、前記各フレームを読み出す読出過程と、読み出された一の前記フレーム内の圧縮符号と、過去に読み出されたフレーム内の伸長パラメータとに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長することによって楽音信号を再生する伸長過程と、前記読出しアドレス (GFAD) が所定のループ終了フレーム (LEF) の末尾のサンプリング点であるループ終了点 (LEP) に達したことを条件として、前記読出しアドレス (GFAD) を、所定のループ開始フレーム (LSF) 内の途中のサンプリング点であるループ開始点 (LSP) に設定する過程とを有することを特徴とする。

さらに、請求項8記載の構成にあつては、請求項7記載の楽音信号発生方法において、前記伸長過程は、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム (LSF=図8(b)のF4) が最初に読み出された場合は、該ループ開始フレーム (LSF) の直前に読み出されたフレーム (F3) 内の伸長パラメータ (PX1) に基づいて、該ループ開始フレーム (F4) 内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレー

ム (LSF=F4) が2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム (LEF=F8) 内の圧縮符号の伸長に適用された伸長パラメータ (PX1) に基づいて、該ループ開始フレーム (LSF) 内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームの次のフレーム (F5) が最初に読み出された場合は、該ループ開始フレーム (LSF=F4) に含まれる伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレームの次のフレーム (F5) 内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレームの次のフレーム (F5) が2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム (LEF) に含まれる伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム (LSF) の次のフレーム内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する過程であることを特徴とする。

さらに、請求項9記載の構成にあつては、請求項7記載の楽音信号発生方法において、前記伸長過程は、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム (LSF=図8(c)のF4) の次のフレーム (F5) が最初に読み出された場合は、該ループ開始フレーム (LSF) に含まれる伸長パラメータ (PX2) に基づいて、該ループ開始フレームの次のフレーム (F5) 内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム (LSF) の次のフレーム (F5) が2回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム (LEF) に含まれる伸長パラメータ (PX2) に基づいて、該ループ開始フレーム (LSF) の次のフレーム (F5) 内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する過程であることを特徴とする。

また、請求項10記載の楽音信号発生方法にあつては、一区間に渡る波形データを圧縮した圧縮符号と、次の区間の圧縮符号を伸長するための伸長パラメータを含むフレームを複数記憶する過程と、発生すべき楽音信号の音高に応じた速

度で変化するように読出しアドレスを計数する過程と、該計数された読出しアドレス（GFAD）に基づいて、前記各フレームを読み出す読出過程と、読み出された一の前記フレーム内の圧縮符号と、過去に読み出されたフレーム内の伸長パラメータとに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長することによって楽音信号を再生する伸長過程と、前記読出しアドレス（GFAD）が所定のループ終了フレーム（LEF）の途中のサンプリング点であるループ終了点（LEP）に達したことを条件として、前記読出しアドレス（GFAD）を、所定のループ開始フレーム（LSF）内の先頭のサンプリング点であるループ開始点（LSP）に設定する過程とを有することを特徴とする。

さらに、請求項 11 記載の構成にあつては、請求項 10 記載の楽音信号発生方法において、前記伸長過程は、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム（LSF＝図 8 (d) の F4）が最初に読み出された場合は、該ループ開始フレーム（LSF）の直前に読み出されたフレーム（F3）内の伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム（LSF）内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム（LSF）が 2 回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム（LEF）内の圧縮符号の伸長に適用された伸長パラメータ（PX3）に基づいて、該ループ開始フレーム（LSF）内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する過程であることを特徴とする。

さらに、請求項 12 記載の構成にあつては、請求項 10 記載の楽音信号発生方法において、前記伸長過程は、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム（LSF＝図 8 (e) の F4）が最初に読み出された場合は、該ループ開始フレーム（LSF）の直前に読み出されたフレーム（F3）内の伸長パラメータに基づいて、該ループ開始フレーム（LSF）内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ開始フレーム（LSF）が 2 回目以降に読み出された場合は、前記ループ終了フレーム（LEF）の直前のフレーム（F7）に含まれていた伸長パラメータに基づいて、該ループ

プ開始フレーム（L S F）内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして前記ループ終了フレーム（L E F = F 8）が読み出された場合は、前記ループ終了フレーム（L E F）の直前のフレーム（F 7）に適用されていた伸長パラメータ（P X 4）に基づいて、ループ終了フレーム（L E F）内の圧縮符号を伸長し、前記読出過程において一の前記フレームとして他のフレームが読み出された場合は、一の前記フレームの直前に読み出されたフレーム内の伸長パラメータに基づいて、一の前記フレーム内の圧縮符号を伸長する過程であることを特徴とする。

また、請求項 13 記載の楽音信号処理装置にあつては、請求項 1 ないし 12 の何れかに記載の方法を実行することを特徴とする。

また、請求項 14 記載のプログラムにあつては、請求項 1 ないし 12 の何れかに記載の方法を実行することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

1. 第 1 実施形態

1. 1. 実施形態におけるデータ構造

1. 1. 1. 波形データの全体構造

次に本発明の一実施形態について説明するが、最初に本実施形態において採用されている波形データを波形メモリに記憶するためのデータ構造を、図 2～図 3 を参照し説明する。まず、図 2 において 200 は波形データファイルであり、その内部には各種の楽音波形が格納される波形データ領域 204, 206, ……が設けられている。202 は管理領域であり、これら波形データ領域 204, 206, ……のデータサイズ、波形の名称等の管理情報が格納される。また、一の波形データ領域は、複数のフレーム 211～21n と、ヘッダ部 210 とから構成されている。

【0009】

1. 1. 2. フレーム構造

本実施形態においては、線形予測形式により圧縮された波形データが上記各フレームに記憶されている。すなわち、過去の数サンプルにおけるサンプリング値

に対して所定の生成多項式を施すことによって注目サンプルの予測値が予め求められ、実際のサンプリング値からこの予測値を減算した減算結果が「残差符号」として各フレームに記憶されている。その詳細を図3を参照し説明する。

【0010】

図3(a)は「1」フレーム内におけるデータ構造を示す。図において「1」フレームは「160」ビットから成り、「16」ビット毎に「10」個のサブフレームに分割されている。これらサブフレームは、波形メモリの各アドレスに記憶されるデータであって、フレーム内のアドレスSFADに対応させて「00」～「09」のサブフレーム番号が付与されている。一のサブフレームの先頭「4」ビットは副情報であり、残り「12」ビットは残差符号が格納されている。「1」フレーム中の副情報中において、第00サブフレームにおいては残差符号のビット数 b_n （「1」、「2」、「3」、「4」、「6」または「12」）が記憶される。なお、「1」フレーム中ではこのビット数 b_n は共通である。次に、第01～第05サブフレームの副情報においては、上記生成多項式において用いられる予測係数が記憶される。

【0011】

また、第06、第07サブフレームの副情報には、量子化幅すなわちサンプリング結果の最下位ビットに対応するレベル幅が記憶される。また、第08、第09サブフレームの副情報においては、その他各種の情報が記憶される。これら副情報のうち、ビット数 b_n 、予測係数および量子化幅は、残差符号の伸長のために用いられる情報であるから「伸長パラメータ」と呼ぶ。ここで、各フレームに含まれる副情報は、原則的には「当該フレームの次に読み出されるフレーム内の残差符号に対する副情報」である。

【0012】

例えば、図3(a)の例においては一の残差符号のビット数 b_n は「4」ビットであるから、このフレームの前に読み出されるフレームにおいて、第00サブフレームの副情報には「4」が記憶されることになる。これは、本実施形態においては「1」フレーム内の各サブフレームが必要な数だけ順次読み出され、楽音信号が再生されるため、最初の（第00サブフレーム）の残差符号が読み出される

前に上記各副情報を確定させておく必要があることに鑑みてである。このため、最初の第1フレームに対する副情報はヘッダ部210に記憶されている。但し、繰り返しループ再生される区間（ループ区間）に関連する副情報については、上述した原則とは異なる態様で記憶されている場合もある。その詳細については後述する。

【0013】

次に、復号化される各サブフレームのストリームを図3(b)に示す。図において第Kフレームを構成する第K__00～第K__09サブフレームが順次読み出されることによって、これらサブフレームに含まれる残差符号がデコードされ、楽音波形が逐次再生される。各フレーム毎に残差符号のビット数 b_n は各々異なるが、これは「楽音波形の変化の大きさ」および求められる精度に応じて、符号化時に最適なビット幅が選択された結果である。換言すれば、本実施形態においては、求められる精度に応じて残差符号のビット数 b_n は種々変化するが、「1」フレームのデータ長はビット数 b_n に拘らず常に一定（160ビット）である。

【0014】

1. 2. 実施形態のハードウェア構成

1. 2. 1. 全体構成

次に、本実施形態による電子楽器のハードウェア構成を図1を参照し説明する。なお、本実施形態の電子楽器は、汎用パーソナルコンピュータと、該パーソナルコンピュータ上で動作するアプリケーションプログラムとによって構成されている。

図において、100は音源部であり、パーソナルコンピュータに挿入されるカードとして構成されている。2はRAMであり、パーソナルコンピュータにおいて使用される各種データおよびプログラムが記憶されている。特に、RAM2には、音源部100において使用される波形データが記憶されている。波形データのデータ構造は先に図2、図3において説明した通りである。このように、パーソナルコンピュータが元々装備しているRAMの一部を波形メモリとして使用することにより、音源部100自体が装備すべきメモリ容量を削減することが可能になる。

【0015】

4はフラッシュメモリであり、パーソナルコンピュータのイニシャルプログラムロード等が格納される。6はCPUであり、後述するプログラムに基づいて、バスライン14を介して各部を制御する。8は操作子であり、パーソナルコンピュータとして元々装備すべきキーボード、マウス等の操作子の他、演奏用のキーボード等も含まれる。10は表示器であり、ユーザに対して各種情報を表示する。12は通信I/O部であり、ローカルエリアネットワークを介して他の機器との間で波形データ等のやりとりを行う。16はサウンドシステムであり、音源部100から供給された楽音信号を放音する。

【0016】

音源部100の内部において120は制御レジスタであり、音源部100を制御するために、CPU6によって種々のパラメータが書き込まれる。102はフレーム読出し部であり、合成フレームアドレスGFADに応じて、RAM2の波形メモリ領域から必要とする残差符号を含むサブフレームを「1」サブフレーム単位で読み出す。104はアドレス発生部であり、制御レジスタ120に書き込まれたfナンバ（記録時の楽音信号のピッチと出力すべき楽音信号のピッチとの比）と、当該フレームのサンプリング周期とに応じて、合成フレームアドレスGFADと、サンプルアドレスSCNTとを出力する。ここで、合成フレームアドレスGFADとは、読み出すべきフレームを示すフレームアドレスFADと、当該フレーム内において読み出すべきサブフレームを示すサブフレームアドレスSFADとを合成して成る信号である。また、サンプルアドレスSCNTは、整数部SCNT_iと小数部SCNT_fから成る。整数部SCNT_iは「1」フレーム内における残差符号の番号を示し、小数部SCNT_fはその前後の波形サンプル値に対する補間係数を示す。ここで、サブフレームアドレスSFADは、サンプルアドレスSCNTの整数部が各サブフレームに記憶された残差符号の数だけ増加する毎に、「1」増加する。

【0017】

106は副情報デコード部であり、フレーム読出し部102が読み出したサブフレームのうち副情報部分が入力され、これを各フレームの期間にわたり蓄積す

ることにより、その次のフレームに対する副情報をデコードし、次のフレーム期間、該フレームの残差符号の復号化等のために音源部100の各ブロックに供給する。108は残差情報キャッシュ部であり、フレーム読出し部102が読み出したサブフレームのうちの残差符号部分が入力され、そこに含まれる最新の数サンプルの残差符号を記憶するとともに、サンプルアドレス整数部SCNTiの進捗量に相当する数の残差符号を逐次出力する。残差情報キャッシュ部108から出力すべき残差符号が足りなくなるタイミングで、アドレス発生部104から次のサブフレームを示す合成フレームアドレスGFADがフレーム読出し部102に供給され、対応するサブフレームが読み出されることにより、該サブフレームに含まれる残差符号が残差情報キャッシュ部108に記憶される。110はデコーダ部であり、残差情報キャッシュ部108から残差符号が出力される毎に、副情報デコード部106からの副情報に含まれる予測係数や量子化幅を用いて該残差符号をデコードすることによって波形データのサンプル値を求め、求めたサンプル値をデコーダ部110の内部に設けられているキャッシュメモリに逐次格納してゆく。

【0018】

112は補間部であり、デコーダ部110において得られた最新の「2」サンプル値に対して、サンプルアドレス小数部SCNTfに基づく補間演算を施す。114は音量EG部であり、この補間されたサンプル値に対して、所定の音量エンベロープを付与する。ここで、上記構成要素102～114は、複数発音チャンネルの楽音信号を合成するためにサンプリング周期毎に時分割で駆動される。すなわち、サンプリング周期を発音チャンネル数で分割した時分割のスロット毎に全く異なる発音チャンネルの処理が行われる。また、後述する各レジスタ、バッファ等も発音チャンネル毎に設けられている。116はミキサ部であり、各サンプリング周期毎に、音量EG部114から出力された複数発音チャンネルの楽音信号をミキシングし、ステレオの楽音信号として出力する。118はDAコンバータであり、このステレオの楽音信号をアナログ信号に変換する。このアナログ信号の楽音信号は、サウンドシステム16を介して発音されることになる。

【0019】

1. 2. 2. アドレス発生部104の構成

次に、アドレス発生部104の構成を図4を参照し説明する。図において144は1/3サンプル累算器であり、1サンプリング周期毎に、f ナンバの「1/3」の値を逐次累算する。また、1/3サンプル累算器144には、制御レジスタ120を介して、ループ開始点LSPおよびループ終了点LEPが供給される。150は乗算器であり、この累算結果ACに「3」を乗算する。すなわち、この乗算結果はf ナンバをサンプリング周期毎に累積した値に等しいものであり、該乗算結果はサンプルアドレスSCNTとして出力される。

【0020】

148は変換器であり、累算器144の累算結果ACと、残差符号のビット数 b_n とに基づいて、サブフレームアドレスSFAD= $AC \cdot b_n / 4$ を出力する。ここで、変換器148において用いられる「ビット数 b_n 」は、通常は副情報デコード部106から逐次供給されるビット数 b_n である。ここで、例えば、ビット数 b_n が最大値「12」であったと仮定すると、サブフレームアドレスSFADは累算結果ACの3倍すなわちサンプルアドレスSCNTに等しくなる。従って、サンプルアドレスSCNTが「1」増加する毎に「1」サブフレームが読み出されることになる。また、ビット数 b_n が「4」であったと仮定すると、サブフレームアドレスSFADは累算結果ACすなわち、サンプルアドレスSCNTの「1/3」に等しくなる。従って、サンプルアドレスSCNTが「3」増加する毎に「1」サブフレームが読み出されることになる。

【0021】

以上の動作は、ビット数 b_n が「12」または「4」以外の値であった場合も同様である。このように、サブフレームアドレスSFADは、サンプルアドレスSCNTが各サブフレームに含まれる残差符号のサンプル数だけ増加する毎に、「1」ずつ増加する。各ビット数 b_n に対する「1」フレームあたりのサンプル数と、サブフレームアドレスSFADとの関係を以下に列挙しておく。

(ビット数 b_n)	(サンプル数/フレーム)	(SFAD)
1ビット:	120	$1/3 \text{ SCNT} \times (1/4)$
2ビット:	60	$1/3 \text{ SCNT} \times (1/2)$

3ビット:	40	$1/3 \text{ SCNT} \times (3/4)$
4ビット:	30	$1/3 \text{ SCNT} \times (1)$
6ビット:	20	$1/3 \text{ SCNT} \times (3/2)$
12ビット:	10	$1/3 \text{ SCNT} \times (3)$

【0022】

このように、本実施形態においては、累算器144の累算単位をサンプルアドレスSCNTの「 $1/3$ 」にしたため、サンプルアドレスSCNTに対応するサブフレームアドレスSFADを算出するための演算は、「 $1/4$ 」または「 $1/2$ 」を除数とする除算と、乗算の組み合わせにより実現できる。ここで、「 $1/4$ 」または「 $1/2$ 」を除数とする除算はシフト演算によって実行可能であり、乗算は加算器とシフタとによって実現できるため、変換器148はシフタおよび加算器等によって実現することができ、除算器等は不要である。これにより、変換器148の構成をきわめて簡易にすることができる。

【0023】

さて、変換器148においては、サブフレームアドレスSFADが「9」（第09サブフレームに対応する）に達した後に桁上りすると、フレーム終了パルスFENDが累算器144に供給される。累算器144においては、フレーム終了パルスFENDが供給されると、累算結果から「今回のフレームにおける残差符号数 $/3$ 」に相当する値が減算され、累算が続行される。また、フレームアドレスFADがループ終了フレームLEFである旨を示すループ終了フレーム検出信号LEFFが供給されると、 $1/3$ サンプル累算器144は、以下のように動作する。すなわち、 $1/3$ サンプル累算器144においては、累算結果ACがループ終了点LEPに対応する値に達すると、ループエンド検出信号LENDを出力するとともに、該累算結果ACがループ開始点LSPに対応する値に強制的にリセットされる。

【0024】

次に、142はフレームカウンタであり、ここには制御レジスタ120内に記憶されたアタック開始フレームASF、ループ開始フレームLSFおよびループ終了フレームLEFが供給される。そして、フレームカウンタ142においては

、アタック開始フレームASFを初期値として、上記フレーム終了パルスFENDが供給される毎にカウント結果を「1」フレーム分のアドレス数（この場合は「10」）づつインクリメントする。このカウント結果がフレームアドレスFADとして出力される。そして、フレームカウンタ142のカウント結果がループ終了フレームLEFに一致すると、上述したループ終了フレーム検出信号LEFFがフレームカウンタ142から1/3サンプル累算器144に出力される。しかる後に、1/3サンプル累算器144からフレームカウンタ142に対してループエンド検出信号LENDが供給されると、フレームカウンタ142においては、フレームアドレスFADがループ開始フレームLSFに強制的にリセットされる。146は合成部であり、上記フレームアドレスFADとサブフレームアドレスSFADとを合成し、その結果を合成フレームアドレスGFADとして出力する。なお、ここでのサンプリング周期は、音源部100の各ブロックが動作の基準としているサンプリング周期ではなく、波形メモリに記憶されている波形データの各サンプルの記録順としてのサンプリング周期である。

【0025】

1. 2. 3. デコーダ部110の構成

次に、デコーダ部110の詳細構成を図5を参照し説明する。

図において160は逆量子化部であり、残差符号と量子化幅とに基づいて、予測値と実際値の残差である残差値を出力する。162は線形予測部であり、過去の「2」サンプリング周期におけるサンプリング値D1、D2と予測係数とに対して所定の生成多項式を適用することにより、最新のサンプリング周期におけるサンプリング値の予測値を算出する。164は加算器であり、この予測値と残差値とを加算することにより、最新のサンプリング周期におけるサンプリング値を算出する。

【0026】

168はループスタートサンプリング値バッファであり、ループスタートフレームアドレスLSの直前フレームにおける最後の「2」サンプリング値を記憶する。166は波形データキャッシュメモリであり、算出されたサンプリング値を複数周期に渡って記憶するとともに、過去の「2」サンプリング周期におけるサ

ンプリング値D1, D2を上記線形予測部162に供給する。

【0027】

但し、現在のサンプリング周期がループ開始点LSPである場合は、ループスタートサンプリング値バッファ168に記憶された「2」サンプリング値がD1, D2として線形予測部162に供給される。また、現在のサンプリング周期がループ開始点LSPの次のサンプリング周期である場合は、ループ開始点LSPのサンプリング値がD1として、バッファ168に記憶された最後の「1」サンプリング値がD2として線形予測部162に供給される。これは、アタック区間からループ区間に移行した時と、ループ区間の繰り返し再生を行っている時とにおいて、ループ区間の再生結果を一致させるためである。

【0028】

以上の本実施形態では、楽音のピッチに応じた速さで増加するサンプルアドレスSCNTに応じて、残差情報キャッシュ部108から順次残差符号を取り出してデコードしている。そして、残差情報キャッシュ部108内にサンプルアドレスSCNTに対応する残差符号が無ければ、その残差符号を含むサブフレームのアドレスGFADがアドレス発生部104からフレーム読出し部102に供給され、該アドレスGFADにより読み出されたサブフレームの残差符号が残差情報キャッシュ部108に補充される。読み出されたサブフレームに含まれる副情報は、同時に副情報デコード部106にも供給され、フレーム毎に副情報が再生される。

【0029】

残差符号を復号するためには各フレームの副情報が必要であるが、本実施形態では残差符号のために読み出されたサブフレームから副情報が再生されるので、別途RAM2をアクセスして副情報を読み出す必要が無い。そのため、伸長に必要な副情報を供給する回路の構成をきわめて簡単にすることができる。また、本実施形態では、CPU6等の他のデバイスと共有されたバスライン14を使用して波形メモリをアクセスしているが、各発音チャンネル毎の波形メモリへのアクセス頻度が略一定であり、あまり変動しないので、他のデバイスの動作に与える悪影響が少ない。

【0030】

1. 3. 実施形態の動作

1. 3. 1. 圧縮処理

(1)全体動作

まず、通信 I/O 部 12 等を介して未圧縮状態の波形データが RAM 2 に供給される。そして、当該波形データに対してループ再生を行う場合には、ユーザによって仮のループ区間が設定される。すなわち、任意の「2」のサンプリング点が仮ループ開始点／終了点として指定される。ここで、仮ループ開始点／終了点が所定の「ループ条件」を満たさない場合には、ループ条件を満たすように適宜波形データが修正される。ここで、「ループ条件」とは、上記仮ループ開始点の前後の数サンプルと、上記仮ループ終了点の前後の数サンプルが、レベル方向および時間方向にほぼ一致している、とする条件である。この「ループ条件」が満たされていれば、該波形データの該仮ループ開始点と終了点の間をループ読み出しして再生したときに、該読み出しが該仮ループ終了点から該仮ループ開始点へリターンする部分が滑らかにつながるので不快なノイズが発生しない。そして、該波形データが複数の「フレーム」に対応する「フレーム区間」に分割される。その際、各波形データの再生時に求められる精度や波形レベルの変動の複雑さ等に基づいて、実時間上のフレームサイズ（すなわち「120／ビット数 b_n 」）が決定される。

【0031】

また、波形データを複数のフレームに分割する際には、図 8 (b) または図 (c) に示される一部「2」フレームにおける伸長パラメータの共通化（詳細は後述する）を実現するため、仮ループ開始点が属するフレームから 3 フレームの区間と、仮ループ終了点が属するフレーム区間の計「4」区間については、該フレームのサンプル数（各フレームの圧縮に使用されるビット数に応じて決定される）が同一になるよう設定される。なお、上記「2」フレームの伸長パラメータの共通化のためには、最低その「2」フレーム区間さえ揃っていればよいが、処理の簡単化のため、ここでは上記「4」フレーム区間のサンプル数を揃えるようにしている。また、ループ開始点が属するフレームからループ終了点が属するフレ

ームまでの各フレーム区間のサンプル数を揃えるようにすれば、処理はさらに簡単化になる。

【0032】

次に、ユーザによって所定の操作が行われると、図6に示す圧縮処理ルーチンが起動される。図6において処理がステップSP102に進むと、ユーザによって指定された仮ループ開始点を変数LSP1に、また仮ループ終了点を変数LEP1に代入される。なお、波形データのうち、先頭のサンプリング点から仮ループ開始点LSP1の直前までの範囲を「A区間」、仮ループ開始点LSP1から仮ループ終了点LEP1までの区間を「B区間」、仮ループ終了点LEP1より後の区間を「C区間」と呼ぶ。次に、処理がステップSP104に進むと、波形データの先頭フレーム区間の内容が参照される。次に、処理がステップSP106に進むと、参照されているフレーム区間に仮ループ開始点LSP1が含まれるか否かが判定される。

【0033】

ここで「NO」と判定されると、処理はステップSP108に進み、参照されているフレーム区間の波形データに対し、自己相関法や共分散法に基づく予測係数算出演算と波形圧縮演算の試行を繰り返すことにより、伸長パラメータ（ビット数 b_n 、予測係数、量子化幅）およびその他副情報が決定され、当該フレーム区間の波形データに対して該伸長パラメータを使用した圧縮処理が実行される。すなわち、当該フレーム区間に対応するフレームの残差符号と、その前のフレームの副情報とが形成され、RAM2に記憶される。次に、処理がステップSP110に進むと、圧縮処理された次のフレーム区間が参照される。次に、処理がステップSP112に進むと、未だ圧縮処理されていないフレーム区間が存在するか否かが判定される。圧縮処理されていないフレーム区間が存在する場合にはここで「YES」と判定され、処理はステップSP106に戻る。以下、仮ループ開始点LSP1を含むフレーム区間が参照されるまで、ステップSP106～SP112の処理が繰り返され、参照されているフレームの区間の波形データが順次圧縮され、残差符号と副情報とが順次RAM2に記憶されていくことになる。なお、ループ区間が元々仮設定されていなかった場合には、最終フレームまでス

テップSP106～SP112の処理が繰り返され、全フレームの圧縮処理が施された後、本ルーチンの処理は終了する。

【0034】

ここで、仮ループ開始点LSP1を含むフレームがステップSP110において参照された後に処理がステップSP106に進むと、ここで「YES」と判定され、処理はステップSP114に進む。ここでは、仮ループ開始点／終了点LSP1, LEP1の位置を調節した結果が各々ループ開始／終了点LSP, LEPとして設定される。この結果、ループ開始点LSPを含むループ開始フレームLSFは、元々仮ループ開始点LSP1が含まれていたフレームの次のフレームになる場合もある。なお、このステップSP114の詳細な内容については後述する。次に、処理がステップSP116に進むと、調節後のループ区間含む各フレームに関して、実時間上のフレームサイズ（ビット数 b_n ）、予測係数、量子化幅およびその他の副情報が決定され、これら各フレームに対して圧縮処理が実行される。なお、このステップSP116の詳細についても後述する。以上のステップにより、本ルーチンの処理が終了する。

【0035】

(2)ループ開始／終了点LSP, LEPの調節 (SP114)

ここで、上記ステップSP114におけるループ開始／終了点の調節処理の詳細を図7を参照し説明する。図7(a)は、録音された波形データの波形図であり、同図(b)はそのフレーム境界（分割点）を示す図である。同図(b)において縦線がフレーム境界に該当する。これらの図においてLSP1およびLEP1は、上記ステップSP102において設定された仮ループ開始点および終了点である。また、同図(c)は、上述したステップSP114において調整された結果であるループ開始／終了点LSP, LEPの位置を示す。

【0036】

まず、調整後のループ終了点LEPは、仮ループ終了点LEP1の属するフレーム（ループ終了フレームLEF）の最終サンプリング点に設定される。そして、調整後のループ開始点LSPは、仮ループ開始点LSP1よりも「仮ループ終了点LEP1からループ終了点LEPに至るまでのサンプリング数」だけ後のサ

ンプリング点に設定される。そして、仮ループ開始点LSP1からループ開始点LSPまでの各サンプリング値が、仮ループ終了点LEP1からループ終了点LEPまでの区間にコピーされるのである。なお、ループ終了点LEP以降の波形データは不要であるために破棄される。

【0037】

ここで、仮ループ開始点／終了点LSP1, LEP1に基づいて該波形データを再生したと仮定した場合の出力信号について検討する。図7(b)を参照すると、まずA区間の波形データが最初に「1」回だけ再生され、しかる後にB区間の波形データが繰り返し再生されることが解る。次に、調整後のループ開始／終了点LSP, LEPに基づいて該波形データを再生したと仮定した場合の出力信号について検討する。図7(c)によれば、ループ開始点LSPの直前までの区間（すなわちA区間の全体+B区間の先頭部分）が「1」回だけ再生され、しかる後にループ開始／終了点LSP, LEP間の区間（すなわちB区間の先頭部分以外の部分+B区間の先頭部分）が繰り返し再生されることが解る。すなわち、何れの場合においても、再生される波形データには全く相違が生じないのである。

【0038】

このように、本実施形態によれば、ループ終了点LEPをフレーム境界に一致させるべく仮ループ開始点／終了点LSP1, LEP1をシフトしてループ開始／終了点LSP, LEPの位置を設定したにもかかわらず、シフトを行わなかった場合と全く同様の、ループ読み出しによるノイズの含まれない楽音信号を生成することができる。これにより、波形データに対する時間軸方向の圧縮／伸長等は不要になり、高品質な楽音再生を可能にしつつループ終了点LEPをループ終了点LEPをフレーム境界に一致させることができるのである。

【0039】

(3)各フレームに対する伸長パラメータの決定(SP116)

次に、上記ステップSP116における伸長パラメータ決定処理の詳細について図8を参照し説明する。まず、波形データが全「8」フレーム（フレームF1～F8）から成るとともにループ区間が設定されていなかった場合の各フレームの構成を図8(a)に示す。図においてフレームF1～F8には、各々残差符号W

1～W8が含まれている。そして、これら残差符号W1～W8のデコードに適用される伸長パラメータをP1～P8とする。そして、最初のフレームF1に適用される伸長パラメータP1はヘッダ部210に記憶され、各フレームF1～F7には、次に再生されるフレームに対する残差符号W2～W8に適用される伸長パラメータP2～P8が記憶されることになる。

【0040】

次に、上記波形データに対してループ区間が設定された場合の処理を図8(b)を参照し説明する。図示の例においては、フレームF4の途中にループ開始点LSPが設定され、フレームF8の最終サンプリング点にループ終了点LEPが設定されている。そして、フレームF4、F8には、共通の伸長パラメータPX1が適用される。このため、フレームF4、F8には、この伸長パラメータPX1によって符号化された残差符号W41、W81が各々記憶されることになる。さらに、フレームF4、F8の直前に各々再生されるフレームF3、F7には、当該伸長パラメータPX1が記憶されることになる。

【0041】

そして、フレームF8には、該フレームF8の「2」フレーム後に再生される（フレームF4の次に再生される）フレームであるフレームF5に適用される伸長パラメータP5が記憶される。これは、ループ再生時においてはフレームF4は途中から（ループ開始点LSPから）読み出されるため、フレームF4に含まれる伸長パラメータP5を完全に復元することができなくなることに鑑みてである。

【0042】

上述したように、フレームF4、F8には、共通の伸長パラメータPX1が適用されるが、この伸長パラメータPX1の決定方法について説明しておく。図9(a)に示すように、フレームF8、F4の部分を連結した波形データを想定し、この波形データに対して自己相関法や共分散法に基づく予測係数算出演算と波形圧縮演算の試行を繰り返すことにより、伸長パラメータPX1を決定することが考えられる。また、同図(b)に示すように、両フレームの波形データをクロスフェードして成る波形データに基づいて伸長パラメータPX1を決定してもよい。

また、フレーム F 4, F 8 はループ再生時に連結されるフレームであるため、両者の波形データは類似の特性を有する傾向が強い。このため、フレーム F 4, F 8 に係る波形データのうち一方のみに基づいて伸長パラメータ P X 1 を決定しても差し支えない場合が多い。かかる場合には、図 9 (c) に示すように、ループ再生を行わない場合 (図 8 (a)) における伸長パラメータ P 4, P 8 の何れか一方 (図示の場合は P 8) を伸長パラメータ P X 1 として用いてもよい。

【0043】

1. 3. 2. 再生処理

次に、本実施形態における再生処理について説明する。周知の電子楽器と同様に、SMF (スタンダード MIDI ファイル) 形式の曲データの自動演奏を実行したり、あるいは、通信 I/O 部 12 等を介して MIDI 信号を入力することにより、ノートオンイベントが発生すると、該イベントが音源部 100 の有する複数発音チャンネルの何れかに割り当てられる。次に、CPU 6 制御の下、該イベントの示す演奏パートで選択されている音色、および、同イベントの示す音高、強度に対応した楽音生成のための各種パラメータが、制御レジスタ 120 の割り当てられた当該発音チャンネルに対応する個所に書き込まれる。

【0044】

このとき制御レジスタ 120 に書き込まれるパラメータには、1/3 周波数ナンバ、アタック開始フレーム ASF、ループ開始/終了フレーム LSF, LEF およびループ開始/終了点 LSP, LEP、各種音量 EG パラメータ等の情報も含まれる。さらに、CPU 6 が当該発音チャンネルに対して発音開始を指示することにより、音源部 100 において、当該発音チャンネルに係る再生処理が開始される。該再生処理では、RAM 2 からの波形データのサブフレーム単位の読み出し、該サブフレームに含まれる各残差符号のデコード、デコードされた波形データに対する音量エンベロープの付与等が行われ、このようにして生成された当該発音チャンネルの楽音信号は、他の発音チャンネルの楽音信号とミキシングされアナログ信号に変換される。

【0045】

前記サブフレーム単位の読み出しにおいては、前記イベントで指示された音高

に対応する速さで増加するサンプルアドレス SCNT が累算器 144、乗算器 150 により生成され、SCNT に応じた残差符号が、残差情報キャッシュ 108 に既に読み込まれている残差符号の中から取り出され、デコーダ部 110 に供給される。残差情報キャッシュ 108 に SCNT に応じた残差符号が読み込まれていない場合は、次のサブフレームを読み出すための合成フレームアドレス GFAD が、フレームカウンタ 142、累算器 144、加算器 146、変換部 148 により生成される。フレーム読み出し部 102 により RAM2 から GFAD の示すサブフレームが読み出され、読み出されたサブフレームの残差符号が残差情報キャッシュ 108 に供給されるとともに、同サブフレームの副情報が副情報デコーダ部 106 に供給される。

【0046】

ここで、ループ再生時における動作の具体例を図 11 を参照し説明しておく。まず、ループ開始／終了フレーム LSF、LEF のビット数 b_n が「4」（残差符号数が「30」）であって、ループ終了点 LEP がループ終了フレーム LEF の最終サンプリング点であり、ループ開始点 LSP がループ開始フレーム LSF の「15」番目のサンプリング点であったとする。この実施形態では、ループ終了フレーム LEF とループ開始フレーム LSF の伸長パラメータを共通化することが要件である。また、ループ終了フレームの「28」番目の残差符号まで再生が終了したサンプリング周期の次のサンプリング周期に、 $1/3$ サンプル累算器 144 において f ナンバの「 $1/3$ 」が累算され、サンプルアドレス整数部 SCNTi が「4」だけ増加したとする。

【0047】

上記例においては、 $1/3$ サンプル累算器 144 からはループエンド検出信号 LEND が出力され、フレームカウンタ 142 におけるフレームアドレス FAD はループ開始フレーム LSF に設定される。また、ループ開始点 LSP が「15」番目のサンプルであったとすると、次の再生点（ループ終了フレームの「28」番目の残差符号から「4」サンプル進んだ点）はループ開始フレーム LSF の「16」番目のサンプリング点になる。本実施形態においては、「線形予測方式」を採用しているため、各再生点間に属する全ての残差符号を順次復号してゆか

なければ各再生点におけるサンプリング値を得ることはできない。このため、次の再生点に至る迄の全ての残差符号（図上でハッチングを施した部分の残差符号）を得ておく必要がある。

【0048】

本実施形態において残差符号はサブフレーム単位で読み出される。従って、図11の例においては、元々ループ終了フレームLEFの「28」番目の残差符号まで再生されていたため、ハッチングを施した残差符号のうち「29」, 「30」番目の残差符号は既に残差情報キャッシュ部108に取り込まれている筈である。そして、未だ得られていないループ開始フレームLSF内の「15」, 「16」番目のサンプルを得るために、「2」のサブフレームSF04, SF05がRAM2から読み出されることになる。

【0049】

すなわち、当該サンプリング周期では、まず、残差情報キャッシュ部108から既に取り込まれているループ終了フレームの「29」と「30」番目の残差符号が順次デコーダ部106に供給される。次に、サブフレームSF04が読み出されたとき、該サブフレームに含まれる残差符号が残差情報キャッシュ部108に取り込まれ、その中からループ開始フレームの「15」番目の残差符号がデコーダ部106に供給される。さらに、サブフレームSF05が読み出されたとき、該サブフレームに含まれる残差符号が残差情報キャッシュ部108等に取り込まれ、「16」番目の残差符号がデコーダ部106に供給される。この場合、残差情報キャッシュ部108は各発音チャンネルあたり最低限「1」サブフレーム分の容量を持っていれば動作可能であるが、さらに発音チャンネルあたり数サブフレーム分の容量を持たせることにより、フレーム読み出し部102、残差情報キャッシュ部108等のタイミング設計が容易になる。何れにしても、残差情報キャッシュ部108には1フレームに相当する10サブフレームもの容量は必要ない。

【0050】

ここで、ループ再生時において再生されるフレームと、当該フレームに適用される副情報との関係を図10（a）、（b）に示す。フレームF6、F7、F8

の残差符号の伸長には、各々直前のフレームに記憶されている伸長パラメータ P 6、P 7、P X 1 が適用されている。上述したように、ループ終了フレーム F 8 の読み出しに続いてループ開始フレーム F 4 が読み出されるが、この 2 つのフレームの伸長パラメータは共通とされているので、ループ開始フレーム F 4 ではループ終了フレーム F 8 で適用されていた伸長パラメータ P X 1 が引き続き残差符号の伸長に適用される。次のフレーム F 5 からは、再び、各々そのフレーム F 5、F 6・・・の直前のフレームに記憶されている伸長パラメータ P 5、P 6・・・が適用される。

【0051】

以上のように、本実施形態によれば、時間軸方向の圧縮／伸長等、波形データの品質を劣化させる処理を行うことなくループ終了点 L E P をフレーム境界に一致させることができる。そして、ループ開始／終了フレーム L S F，L E F に適用される伸長パラメータ P X 1 を共通にしてループ終了フレーム L E F 直前のフレームに含ませるとともに、ループ開始フレーム L S F の次のフレームに適用される伸長パラメータ P 5 をループ開始／終了フレーム L S F，L E F の双方に含ませたから、ループ開始点 L S P を途中に含むループ開始フレーム L S F を再生するときに直前のループ終了フレーム L E F で適用していた伸長パラメータ P X 1 を継続的に適用することができるので、全てのフレームを支障なくループ再生することができる。さらに、本実施形態によれば、伸長パラメータ等の副情報を一フレーム内に分散配置され、過去に読み込まれたフレームに含まれる伸長パラメータに基づいて現在読み込まれているフレーム内の残差符号が伸長されるから、残差符号を得るために順次サブフレームを読み出していくことにより同時に各フレームの副情報も得ることができ、副情報を読み出すための専用の R A M アクセスが不要となる。

【0052】

2. 第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態について説明する。第2実施形態の内容は第1実施形態と大略同様であるが、伸長パラメータの決定方法（S P 1 1 6）とループ再生における伸長パラメータの適用の様相が異なる。本実施形態における伸長パ

ラメータ決定処理の内容を図 8 (c) を参照し説明する。図示の例においては、図 8 (b) の場合と同様に、フレーム F 4 の途中にループ開始点 L S P が設定され、フレーム F 8 の最終サンプリング点にループ終了点 L E P が設定されている。ループ開始フレーム L S F とその直後のフレームである F 4, F 5 には、共通の伸長パラメータ P X 2 が適用される。

【0053】

このため、フレーム F 4, F 5 には、この伸長パラメータ P X 2 によって符号化された残差符号 W 4 2, W 5 2 が各々記憶されることになる。さらに、フレーム F 4 の直前に再生されるフレーム F 3, F 8 には、当該伸長パラメータ P X 2 が記憶されることになる。この共通の伸長パラメータ P X 2 の決定方法は上述した伸長パラメータ P X 1 の決定方法と同様であり、フレーム F 4, F 8 に係る波形データのうち一方、あるいは双方を連結した波形データに基づいて、伸長パラメータ P X 2 が決定される。

【0054】

そして、該波形データの再生時においては、アタック区間からループ区間に移行する場合には、フレーム F 3 に含まれていた伸長パラメータ P X 2 に基づいてフレーム F 4 の残差符号 W 4 2 が伸長され、引き続きフレーム F 4 に含まれていた伸長パラメータ P X 2 に基づいてフレーム F 5 の残差符号 W 5 2 が伸長される。一方、再生位置がループ終了点 L E P からループ開始点 L S P に戻った場合には、ループ終了フレーム L E F であるフレーム F 8 に含まれていた伸長パラメータ P X 2 が、ループ開始フレーム L S F であるフレーム F 4 の残差符号 W 4 2 の伸長に適用されるとともに、引き続きその直後のフレーム F 5 の残差符号 W 5 2 の伸長にも適用される。(図 10 (a)、(b) を参照)。

【0055】

3. 第 3 実施形態

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態の内容は第 1 実施形態と大略同様であるが、圧縮前の波形データに対するフレーム区間の設定方法と、ループ開始／終了点 L S P, L E P の決定方法(ステップ S P 1 1 4)と、伸長パラメータの決定方法(S P 1 1 6)と、ループ再生における伸長パラメ

ータの適用の態様が異なる。そこで、そこで、これらの各々について詳細に説明する。

【0056】

3. 1. 圧縮前の波形データに対するフレーム区間の設定

本実施形態においては、波形データに対してフレーム区間が設定される際には、仮ループ開始点が属するフレーム区間の次のフレーム区間、仮ループ終了点が属するフレーム区間、およびその次のフレーム区間の計「3」区間は、サンプル数（すなわち実時間上のフレームサイズ）が同一になるように設定される。これは、これら「3」区間に対応するフレームのうち何れか「2」フレームに対して共通の伸長パラメータが適用されるため（詳細は後述する）、当該副情報に含まれる「ビット数 b_n 」に応じて共通の実時間上のフレームサイズを設定しておく必要があるためである。なお、上記「2」フレームの伸長パラメータの共通化のためには、最低その「2」フレーム区間さえ揃っていればよいが、処理の簡単化のため、ここでは上記「3」フレーム区間のサンプル数を揃えるようにしている。また、ループ開始点が属するフレームの次のフレームからループ終了点が属するフレームまでの各フレーム区間のサンプル数を揃えるようにすれば、処理はさらに簡単になる。

【0057】

3. 2. ループ開始／終了点 LSP, LEP の調節 (SP114)

次に、本実施形態におけるループ開始／終了点 LSP, LEP の決定方法を再び図 7 を参照し説明する。上述したように、図 7 (a), (b) は各々録音された波形データの波形およびフレーム境界（分割点）を示す図である。そして、同図 (d) は本実施形態のステップ SP114 において調整された結果であるループ開始／終了点 LSP, LEP の位置を示す。

【0058】

同図 (d) においては、仮ループ開始点 LSP1 の属するフレームの次のフレームがループ開始フレーム LSF に設定され、該ループ開始フレーム LSF の先頭のサンプリング点がループ開始点 LSP に設定される。そして、ループ終了点 LEP は、仮ループ終了点 LEP1 よりも「仮ループ開始点 LSP1 からループ開

始点 L S P に至るまでのサンプリング数」だけ後のサンプリング点に設定される。この結果、ループ終了フレーム L E F は、元々仮ループ終了点 L E P 1 が含まれていたフレームの次のフレームになる場合がある。そして、仮ループ開始点 L S P 1 からループ開始点 L S P までの各サンプリング値が、仮ループ終了点 L E P 1 からループ終了点 L E P までの区間にコピーされるのである。本実施形態においても、ループ終了点 L E P 以降の波形データは不要であるために破棄される。

【0059】

このように、本実施形態によれば、ループ開始点 L S P がフレーム境界に一致するように仮ループ開始点／終了点 L S P 1, L E P 1 をシフトしてループ開始／終了点 L S P, L E P の位置が設定される。そして、上記第 1 および第 2 実施形態と同様に、シフトを行わなかった場合と全く同様の楽音信号を生成することができる。これにより、本実施形態においても、波形データに対する時間軸方向の圧縮／伸長等は不要になり、高品質な楽音再生を可能にしつつループ終了点 L E P をループ終了点 L E P をフレーム境界に一致させることができる。

【0060】

3. 3. 各フレームに対する伸長パラメータの決定 (S P 1 1 6)

次に、本実施形態における伸長パラメータ決定処理の内容を図 8 (d) を参照し説明する。図示の例においては、フレーム F 4 の先頭にループ開始点 L S P が設定され、フレーム F 8 の途中のサンプリング点にループ終了点 L E P が設定されている。そして、ループ開始／終了フレーム L S F, L E F である F 4, F 8 には、共通の伸長パラメータ P X 3 が適用される。

【0061】

このため、フレーム F 4, F 8 には、この伸長パラメータ P X 3 によって符号化された残差符号 W 4 3, W 8 3 が各々記憶されることになる。さらに、各々フレーム F 4, F 8 の直前に再生されるフレーム F 3, F 7 には、当該伸長パラメータ P X 3 が記憶されることになる。この共通の伸長パラメータ P X 3 の決定方法は上述した伸長パラメータ P X 1 の決定方法と同様であり、フレーム F 4, F 8 に係る波形データのうち一方、あるいは双方を連結した波形データに基づいて

、伸長パラメータ P X 3 が決定される。

【0062】

そして、該波形データの再生時においては、アタック区間からループ区間に移行する場合には、フレーム F 3 に含まれていた伸長パラメータ P X 3 に基づいてフレーム F 4 の残差符号 W 4 3 が伸長される。引き続きループ区間内の各フレームの残差符号が伸長され、ループ終了フレーム L E F である F 8 内の残差符号 W 8 3 はフレーム F 7 に含まれていた伸長パラメータ P X 3 に基づいて伸長される。そして、再生位置がループ終了点 L E P からループ開始点 L S P に戻った場合には、ループ終了フレーム E F である F 8 で適用されていた伸長パラメータ F X 3 が、引き続きループ開始フレーム L S F である F 4 の残差符号 W 4 3 の伸長にも適用されることになる（図 10（d）、（e）を参照）。

【0063】

4. 第4実施形態

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第4実施形態の内容は第3実施形態と大略同様であるが、伸長パラメータの決定方法（S P i i 6）と、ループ再生における伸長パラメータの適用の態様が異なる。本実施形態における伸長パラメータ決定処理の内容を図 8（e）を参照し説明する。図示の例においては、図 8（d）の場合と同様に、フレーム F 4 の先頭にループ開始点 L S P が設定され、フレーム F 8 の途中のサンプリング点にループ終了点 L E P が設定されている。そしてループ終了フレーム L E F とその直後のフレームである F 7、F 8 には、共通の伸長パラメータ P X 4 が適用される。

【0064】

このため、フレーム F 7、F 8 には、この伸長パラメータ P X 4 によって符号化された残差符号 W 7 4、W 8 4 が各々記憶されることになる。さらに、フレーム F 7 の直前に再生されるフレーム F 6 には、当該伸長パラメータ P X 4 が記憶されることになる。この共通の伸長パラメータ P X 4 の決定方法は上述した伸長パラメータ P X 1～P X 3 の決定方法と同様であり、フレーム F 7、F 8 に係る波形データのうち一方、あるいは双方を連結した波形データに基づいて、伸長パラメータ P X 4 が決定される。さらに、フレーム F 7 には、ループ開始フレーム

L S FであるF 4に適用される伸長パラメータP 4が記憶される。

【0065】

そして、該波形データの再生時において、再生位置がフレームF 6に達すると、残差符号W 6とともに伸長パラメータP X 4が読み出される。そして、この読み出された伸長パラメータP X 4に基づいて、その次のフレームF 7の残差符号W 7 4が伸長されるとともに、さらにその次のループ終了フレームL E FであるF 8の残差符号W 8 4も伸長される。すなわち、フレームF 7で残差符号W 7 4と同時に読み出された伸長パラメータP 4は、その次のフレームF 8の残差波形W 8 4には適用されず、さらにその次のループ開始フレームL S FであるF 4において残差符号W 4の伸長に適用される（図10（d），（f）を参照）。

【0066】

5. 変形例

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のように種々の変形が可能である。

(1)上記各実施形態においては図2および図3に示した波形データのフォーマットを用いたが、波形データのフォーマットは必要に応じて種々変更してもよい。例えば、各種データの配置を上記実施形態のものとは異なる配置にすることができる。「1」サブフレームの大きさは「16」ビットに限られるものではなく、「8」ビット、「32」ビット等の幅にしてもよい。同様に「1」フレームの大きさは「10」ワード＝「160」ビットに限られるものではなく、「6」ワード、「14」ワード等の大きさにしてもよい。また、残差符号のビット数は「1」，「2」，「3」，「4」，「6」または「12」以外の値、例えば「8」または「16」等であってもよい。

【0067】

(2)上記各実施形態は2次の線形予測を適用したものであったが、それ以上の高次線形予測を適用してもよく、あるいは複数段の線形予測を適用してもよい。さらに、全く異なる圧縮方式（例えばフォルマント合成）を適用してもよい。また、上記各実施形態において各フレームに記憶される伸長パラメータは「ビット数b n」、「予測係数」および「量子化幅」であったが、必要な伸長パラメータは

圧縮方式に応じて異なることは言うまでもない。

【0068】

(3)上記各実施形態においては、パーソナルコンピュータ上で動作するアプリケーションプログラムによって電子楽器を実現したが、このアプリケーションプログラムのみをCD-ROM、フレキシブルディスク等の記録媒体に格納して頒布し、あるいは伝送路を通じて頒布することもできる。また、音源部100内の各部の動作も当該アプリケーションプログラムによってソフトウェア的に実行してもよいことは言うまでもない。

【0069】

【発明の効果】

以上説明したように、指示された仮ループ開始点および仮ループ終了点に基づいてループ開始点およびループ終了点を設定する構成によれば、ループ開始点またはループ終了点のうち少なくとも一方をフレームの境界に一致させることができ、完全に再生されないフレームを一フレームのみに抑えることができる。これにより、波形データ自体の時間軸方向の圧縮または伸長が不要になり、高品質な楽音再生が可能になる。

さらに、特定の二区間に対して同一の伸長パラメータを適用する構成によれば、両区間に対する伸長パラメータの読出しを一回で済ますことができる。

また、読み出された一のフレーム内の圧縮符号と、過去に読み出されたフレーム内の伸長パラメータとに基づいて楽音信号を再生する構成によれば、該一のフレームを再生しようとする際に既に伸長パラメータが得られているため、楽音信号の再生を迅速に開始させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の電子楽器のハードウェアブロック図である。

【図2】 一実施形態における波形データファイル200の構造を示す図である。

【図3】 各フレーム211～21nのデータ構造を示す図である。

【図4】 アドレス発生部104のブロック図である。

【図 5】 残差情報キャッシュ部 108 のブロック図である。

【図 6】 圧縮処理ルーチンのフローチャートである。

【図 7】 ループ開始点 LSP およびループ終了点 LEP を設定する際の動作説明図である。

【図 8】 伸長パラメータ決定処理の動作説明図である。

【図 9】 共通の伸長パラメータを決定する処理の動作説明図である。

【図 10】 ループ再生時における動作説明図である。

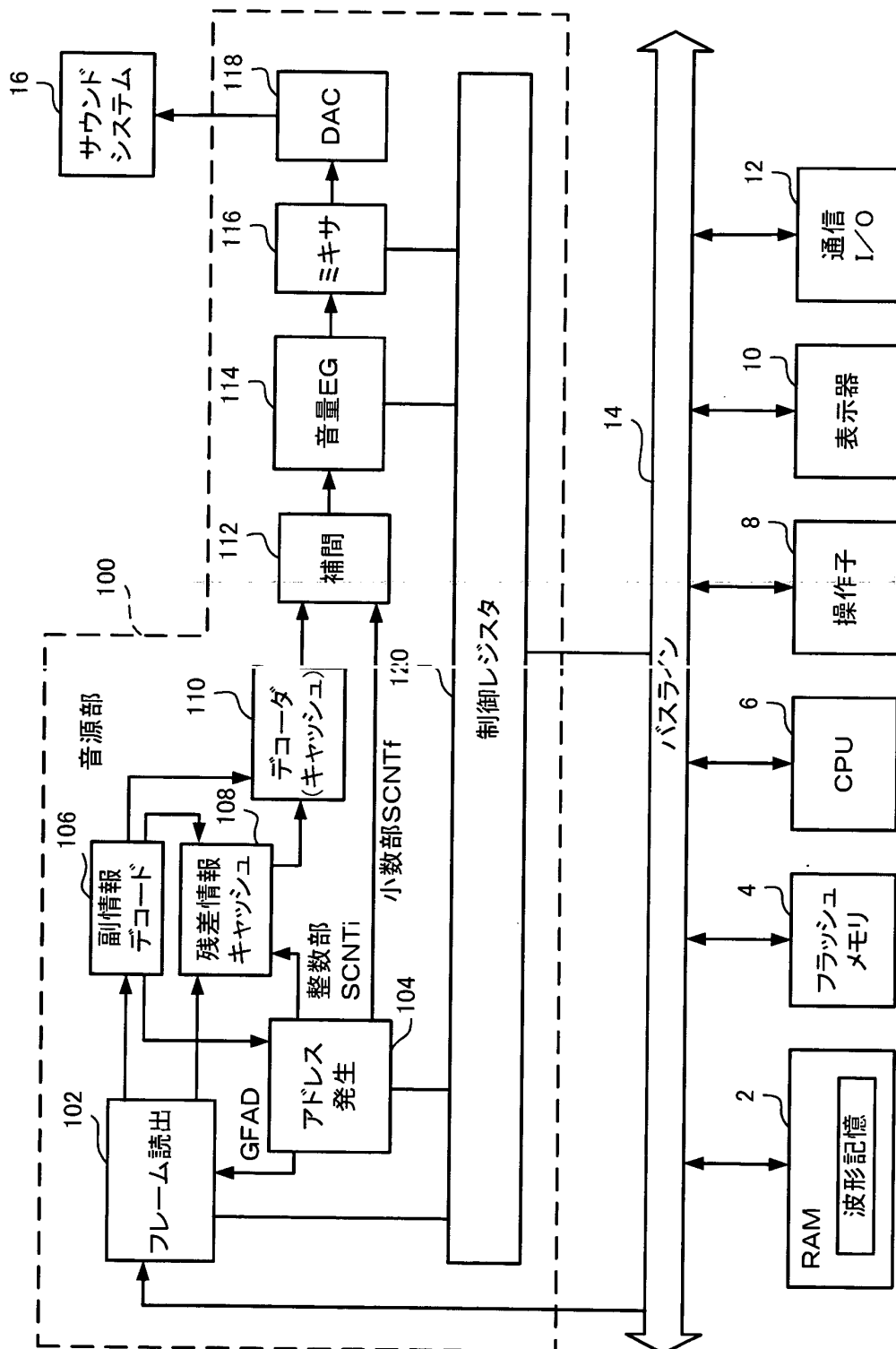
【図 11】 ループ再生時における他の動作説明図である。

【符号の説明】

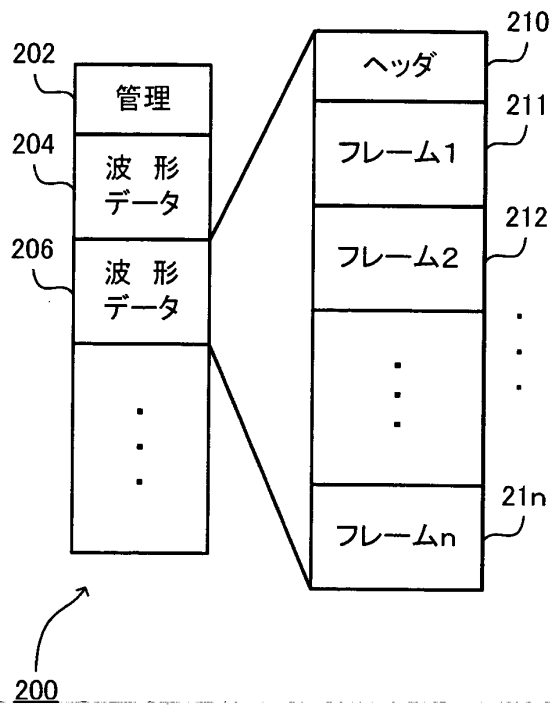
2：RAM、4：フラッシュメモリ、6：CPU、8：操作子、10：表示器、12：通信 I/O 部、14：バスライン、16：サウンドシステム、100：音源部、102：フレーム読出し部、104：アドレス発生部、106：副情報デコード部、108：残差情報キャッシュ部、110：デコーダ部、112：補間部、114：音量 EG 部、116：ミキサ部、118：DA コンバータ、120：制御レジスタ、142：フレームカウンタ、144：1/3 サンプル累算器、144：累算器、146：合成部、148：変換器、150：乗算器、160：逆量子化部、162：線形予測部、164：加算器、166：波形データキャッシュメモリ、168：バッファ、168：ループスタートサンプリング値バッファ、200：波形データファイル、202：管理領域、204，206，……：波形データ領域、210：ヘッダ部、211～21n：フレーム。

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【図 3】

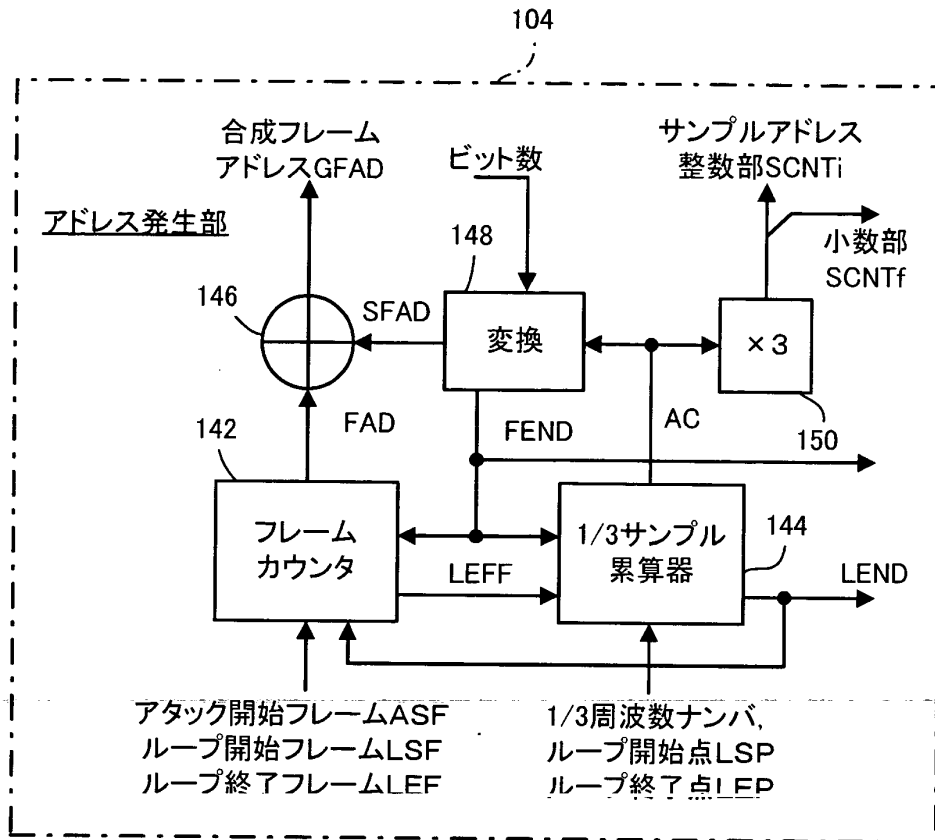
(a)

副情報		残差符号		
00	ビット数	1	2	3
01	予測係数	4	5	6
02		7	8	9
03		10	11	12
04		13	14	15
05		16	17	18
06	量子化幅	19	20	21
07	その他	22	23	24
08		25	26	27
09		28	29	30

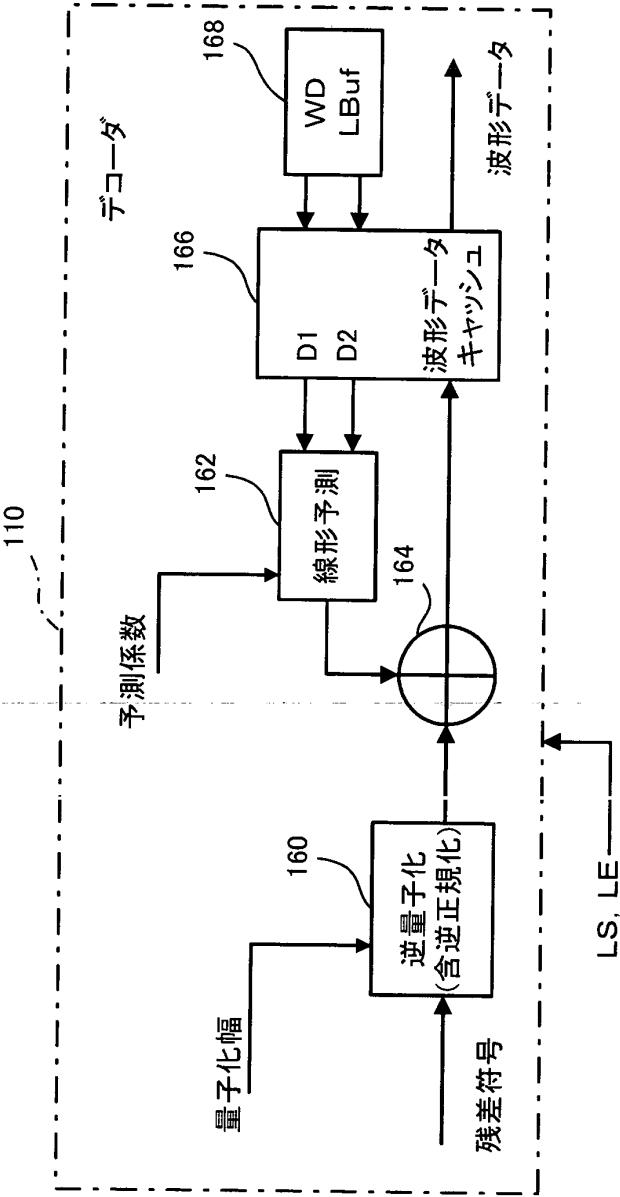
(b)

K_00サブフレーム	ビット数	1	2	3			
K_01サブフレーム	予測係数	4	5	6			
K_02サブフレーム	予測係数	7	8	9			
	⋮						
K_09サブフレーム	その他	28	29	30			
(K+1)_00サブフレーム	ビット数	1	2	3	4		
(K+1)_01サブフレーム	予測係数	5	6	7	8		
	⋮						
L_00サブフレーム	ビット数	1	2	3	4	5	6
	⋮						
M_00サブフレーム	ビット数	1				2	
	⋮						

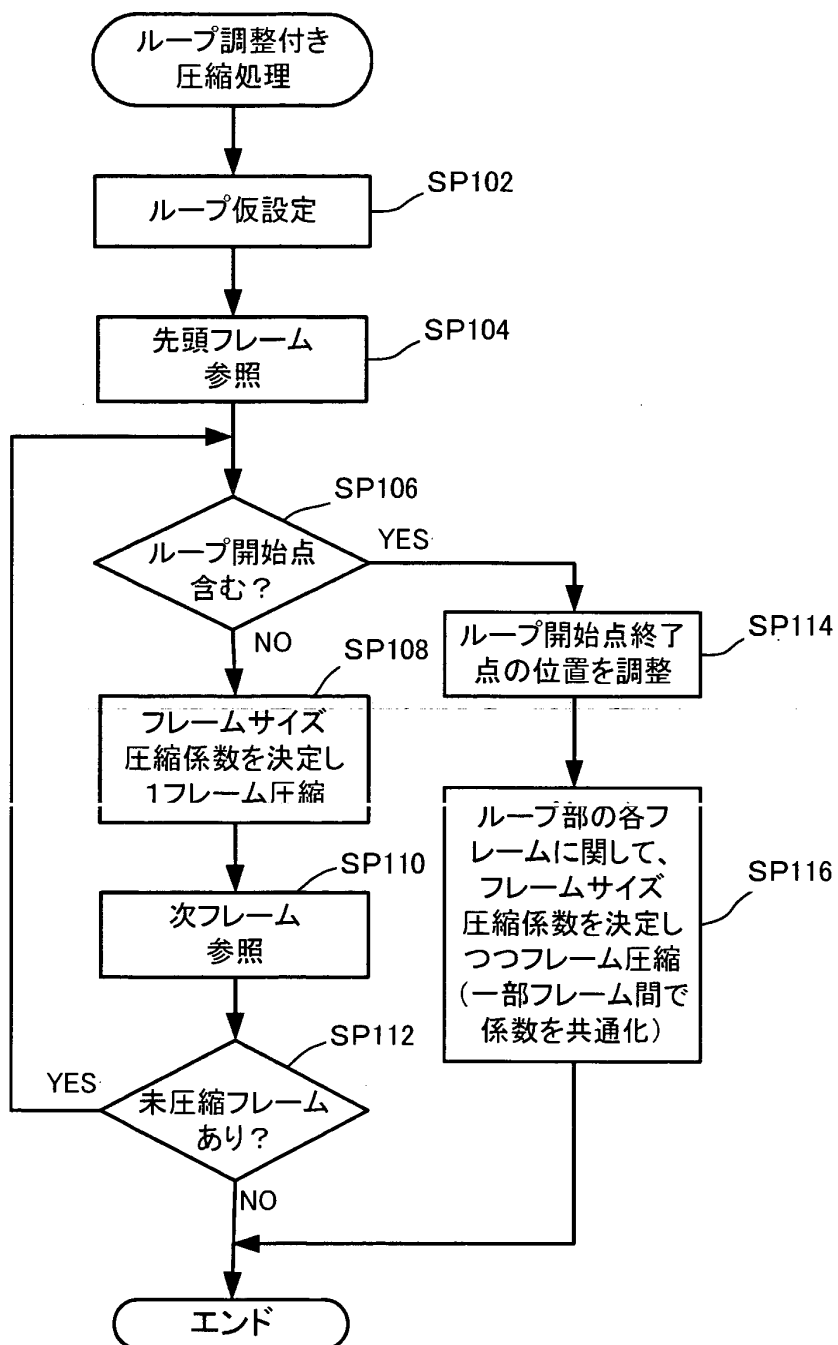
【図4】



【図 5】



【図 6】



(a) ループ無の場合

ヘッダ		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
波型		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
埋込									
副情報	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
適用副情報		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8

(b) ループ有の場合(第1実施形態)

[illegible]

(c) ループ有の場合(第2実施形態)

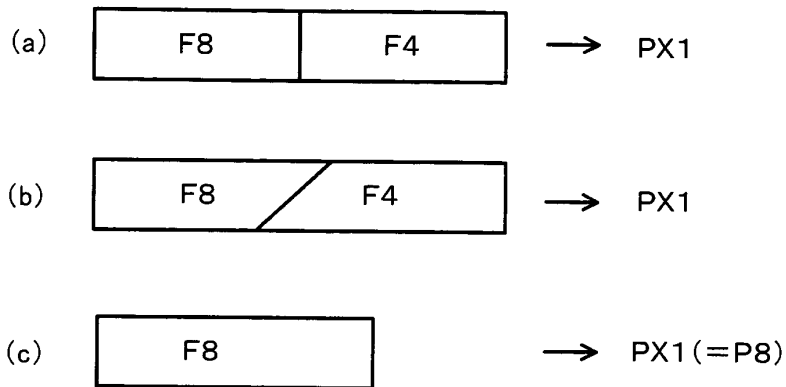
[illegible]

(d) ループ有の場合(第3実施形態)

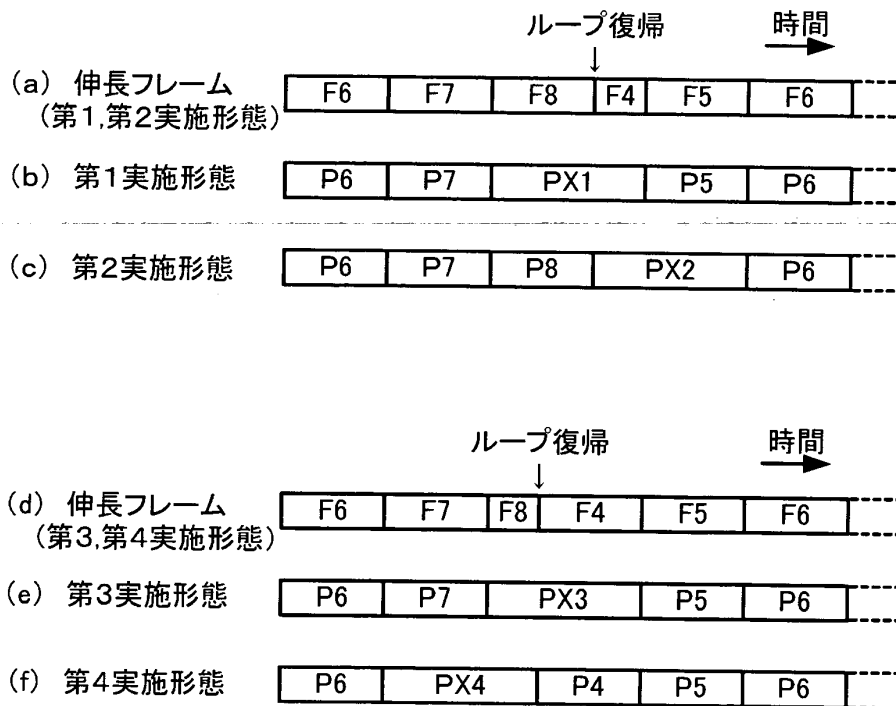
Figure 1 illustrates the structure of a frame. The frame is divided into fields F1 through F8. F1 is the header (ヘッダ). F2-F8 contain waveforms (W1-W8) and embedded side information (P1-P8). F3-F8 also contain applicable side information (PX1-PX8). The frame is divided into two sections: LSP (Lower Sideband Port) and LEP (Lower Edge Port).

(e) ループ有の場合(第4実施形態)

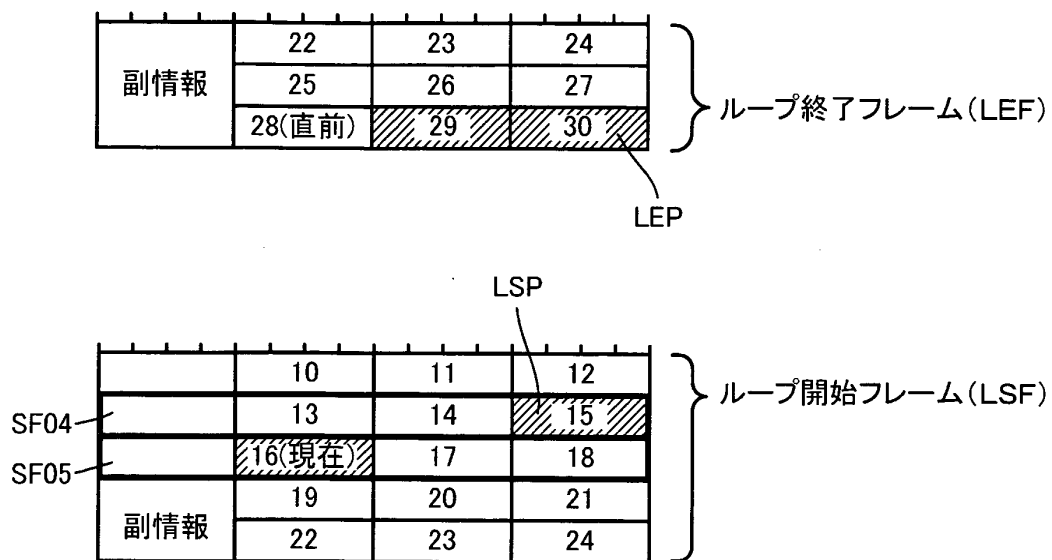
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 「フレーム圧縮方式」によって記憶された波形データに対して、簡易な処理によって高品質のループ再生を実現する。

【解決手段】 複数のサンプリング値から成る波形データに対して、ユーザによって指定されたループ区間に基づいて仮ループ開始点LSP1および仮ループ終了点LEP1が設定される。次に、この波形データが複数のフレーム区間に分割される(図7(b))。このLEP1の属する区間内の最後のサンプリング点に、ループ終了点LEPが設定され、LSP1を基準として、LEP1およびLEP間のサンプル数に相当するサンプル数だけ後のサンプリング点に、ループ開始点LSPが設定される(図7(c))。そして、LSP1からLSPの直前までのサンプリング値が、LEP1以降にコピーされる。これにより、再生音を変更することなく、LEPをフレームの境界に設定することができる。

【選択図】 図7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 8 7 2 9 9
受付番号	5 0 3 0 0 5 0 2 7 7 8
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 15 年 3 月 27 日

次頁無



特願 2 0 0 3 - 0 8 7 2 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 0 7 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号

氏 名

ヤマハ株式会社